

УДК 621.434-242.004.67

РЕМОНТ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ДВС

Т. В. ВИГЕРИНА, В. А. ФРУЦКИЙ

Полоцкий государственный университет, Беларусь

Рассмотрен процесс восстановления вкладышей коленчатого вала.

Введение. В последнее время наметилась тенденция полной замены ремонтпригодной детали на новую, без попыток ремонта либо реставрации.

По данным Белгоскомстат, парк эксплуатируемых автомобилей Витебской области имеет износ более 60%, до 10% автомобилей работают свыше 20–25 лет. Следовательно, масса автомобилей требует либо капитального, либо текущего ремонта. Известно, что при производстве деталей к автомобилям расходы на материалы составляют 70...75% их стоимости, в то время, как при восстановлении, с использованием в качестве заготовки исходной детали, эти затраты составляют порядка 6...8%, при этом механической обработке подвергаются только те поверхности, которые имели дефект [1].

Поскольку Беларусь не располагает собственной сырьевой базой предлагается более пристальное внимание уделять ремонту и восстановительным технологиям деталей автомобилей и тракторов.

Цель исследования: разработать технологию восстановления подшипников скольжения узлов ДВС большегрузных автомобилей, задействовав резервы собственного восстановительного производства.

Условия и методы исследования. Моделировались условия эксплуатации тяжело нагруженных трубоузлов, работающие в условиях недостаточной смазки и сильной запыленности. Так, при моделировании, учитывались следующие факторы:

- а) режим работы трибосопряжения – переменные нагрузки;
- б) подача смазочного материала осуществляется под давлением, непосредственно в рабочую зону;
- в) смазочный материал загрязнен высокотвердыми соединениями твердостью 18 и 23 ГПа, составляющими до 20% объема смазки;
- г) трибосопряжение работает при граничном режиме трения.

Более полно анализ и условия моделирования приведены в работе [2].

В качестве восстановительной основы предлагалось применить образцы с нанесенным слоем из материала системы Сч+Cu+B, где варьировалось содержание меди и бора. Материал показал высокую стойкость при работе в паре с переменными нагрузками при большом содержании высокотвердых частиц в смазочном материале [3].

Методом нанесения выбрали плазменное напыление, как наиболее подходящее при данной технологии восстановления [4].

Первый вариант восстановления заключался в плазменном напылении антифрикционного слоя. При этом в качестве основы слоя выбран материал, содержащий элемент, сдерживающий нагрузку (бор) – 1,8%, антифрикционный элемент (медь) – 18%. Эксплуатационные свойства материала описаны в работе [5].

Вариант №2 заключался в нанесении гальванопокрытий на основу.

Согласно рекомендациям [6, 7] нанесение гальванических покрытий содержит такие операции:

- электрохимическое обезжиривание на аноде и катоде без перемешивания раствора в электролите состава Na_2PO_4 (20–40 г/л) и Na_2CO_3 (20–40 г/л) при температуре 60–70 °С, плотности тока 3,5–5,0 А/дм² в течение 3 мин;
- одноступенчатая горячая промывка в воде при температуре 70–90 °С в течение 1 мин;
- одноступенчатая холодная промывка в воде при температуре 18–25 °С в течение 1 мин;
- травление с осветлением в водном растворе состава HNO_3 (420 г/л) и HCl (420 г/л) при температуре 18–25 °С в течение 1 мин;
- двухступенчатая промывка в холодной воде при температуре 18–25 °С в течение 2 мин;
- цинкатная обработка в водном растворе состава NaOH (450–525 г/л), ZnO (80–100 г/л), FeCl_3 (1,0–1,2 г/л) и сегнетовой соли (10–15 г/л) при температуре 18–25 °С в течение 0,5 мин;
- повторяются операции двухступенчатой промывки в холодной воде, травления с осветлением, промывки в холодной воде, цинкатной обработки с промывкой в холодной воде;
- никелирование с перемешиванием в электролите состава $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (285–312 г/л), $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (40–50 г/л), H_3BO_3 (40 г/л) и H_2O_2 (0,15–2 г/л) при температуре 45–50 °С и катодной плотности тока 2,0–23,2 А/дм². Толщина покрытия при этом достигает 2,5 мкм;
- двухступенчатая промывка в холодной воде при температуре 18–25 °С в течение 2 мин;

- осаждение баббита СОС-6-6 в электролите состава $Pb(BF_4)_2$ (185 г/л), $Sn(BF_4)_2$ (74 г/л), $Sb(BF_4)_3$ (18,8 г/л), HVO_3 (25 г/л), желатин (0,5–1,0 г/л) и резорцин (5–7 г/л) при температуре 18–25 °С, плотности тока 4 А/дм² в течение 125 мин. Толщина покрытия при этом достигает 125 мкм;
- нанесение приработочного покрытия с центральным анодом из сплава Sn (8–10%) и Pb (остальное) в электролите состава $Pb(BF_4)_2$ (331–472 г/л), $Sn(BF_4)_2$ (49,2–70,4 г/л), $Cu(BF_4)_2$ (10–15 г/л), HBF_4 (70–100 г/л), H_3BO_3 (30 г/л), резорцин (5–6 г/л) при температуре 18–25 °С, плотности тока 4 А/дм² в течение 250 с. Толщина покрытия при этом достигает 25 мкм;
- двухступенчатая промывка в холодной воде при температуре 18–25 °С в течение 2 мин;
- нанесение декоративного покрытия в электролите состава $Pb(BF_4)_2$ (185 г/л), $Sn(BF_4)_2$ (50–74 г/л), HVO_3 (25 г/л), желатин (0,5–1,0 г/л) и резорцин (5–7 г/л) при температуре 18–25 °С, плотности тока 1–2 А/дм² в течение 1–2 мин. Толщина покрытия при этом достигает 2 мкм;
- одноступенчатая холодная промывка в воде при температуре 18–25 °С в течение 1 мин;
- промывка в горячей воде при температуре 70–90 °С в течение 1 мин.

Затраты на восстановление вкладышей составляют 10–50 % от стоимости новых деталей.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Результаты триботехнических испытаний свели в таблицу.

Таблица

Износ вкладышей при циклической нагрузке

Вкладыши	Износ мг/м*10 ⁻⁸ на пути трения L м		
	2000	4000	6000
Новый	0,31	0,63	1,68
Восстановленный напылением	0,8	1,0	1,4
Восстановленный по методике № 2	0,25	0,35	0,465

Как видно из приведенных результатов при известных методиках восстановления износ втулок растет очень незначительно в течении всего времени испытаний, что соответствует реальным условиям истирания трибопар кривошипно-шатунного механизма.

Проведенные исследования подтвердили актуальность разрабатываемого методического подхода.

Выводы. Изучаемые покрытия являются гетерогенными и многокомпонентными. В них присутствуют как декоративные, так и прирабочные слои. При этом, вкладыши, восстановленные по методике № 2 отличаются наличием приработочно-рабочего слоя толщиной порядка 125 мкм, играющего роль как армирующего каркаса, так и способствующего образованию антифрикционных структур, способствующих уменьшению общего износа трибосопряжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бизнес-Беларусь 2000. Каталог / сост. Ю.М. Шушкевич.– Минск : Белфакта, 1999. – 872 с.
2. Исследование прочности сцепления с основой напыленных плазменных покрытий из борированных диффузионно-легированных самофлюсующихся порошков / А.М. Авсиевич [и др.] // Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления изделий машиностроения : сб. науч. тр. – Новополоцк : ПГУ, 2001. – С. 98–100.
3. Константинов, В.М. Газотермические покрытия из диффузионно-легированной чугуновой стружки как альтернатива антифрикционным бронзам / В.М. Константинов, Ф.И. Пантелеенко, В.А. Фруцкий // Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления изделий машиностроения : сб. науч. тр. / под ред. С.А. Астапчика, П.А. Витязя. – Новополоцк : ПГУ, 2001. – С. 105–109.
4. Константинов, В.М. Исследование газотермических антифрикционных покрытий из диффузионно-легированных чугуновых порошков / В.М. Константинов, Ф.И. Пантелеенко, В.А. Фруцкий // Пленки и покрытия : материалы 6-й МНТК / под ред. В.С. Клубника. – СПб. : ГТУ, 2001. – С. 383–384.
5. Константинов, В.М. Исследование триботехнических аспектов разработки альтернативного антифрикционного материала / В.М. Константинов, Ф.И. Пантелеенко, В.А. Фруцкий // Защитные покрытия, сварка и контроль : сб. докл. 33-го межгосударств. семинара, Минск, 25 апреля 2002 г. – Минск : НИКТИСП с ОП, 2002. – С. 56–57.
6. Способ восстановления цилиндрических деталей : а.с. 1754397 СССР : А.МКИ В23 Р6/00 / Ф.Я. Рудик, М.В. Зимин ; дата публ.: 15.08.92.
7. Способ восстановления деталей : а.с. 1234147 СССР : МКИ В23 Р6/00, С22 F1/04 / А.П. Цакун, А.М. Ищенко, М.С. Куприянов ; дата публ.: 30.05.86.